

**Query/Command : PRT SS 1 MAX 1-5 IMG LEGAL**

---

1/1 WPAT - (C) Derwent  
 AN - 1973-45725U [33]  
 TI - Abrasive particles for grinding tools - encapsulated in metal  
 DC - L02 P61  
 PA - (CHR -) CHRISTENSEN DIAMOND PRODU  
 NP - 2  
 NC - 2  
 PN - DE2302571 A 0 DW1973-33 \*  
 - **FR2169577** A 0 DW1973-47  
 PR - 1972US-0220352 19720124; 1972US-0283474 19720824  
 IC - B24D-003/06 C04B-031/00  
 AB - DE2302571 A  
 Diamond, tungsten carbide, alumina or silicon carbide particles are  
 pelletized with metal powder, e.g. bronze-Sn-Cu alloy, mixed with  
 pelletized alloy, pressed and heated so that the alloy melts and forms  
 a continuous matrix. The abrasive particles pref. have a hardness of  
 >2000 kg/mm2.  
 MC - CPI: L02-F01 L02-F05  
 UP - 1973-33  
 UE - 1973-47

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# BREVET D'INVENTION

PREMIÈRE ET UNIQUE  
PUBLICATION

- (22) Date de dépôt ..... 29 novembre 1972, à 16 h 21 mn.  
Date de la décision de délivrance..... 13 août 1973.  
(47) Publication de la délivrance..... B.O.P.I. — «Listes» n. 36 du 7-9-1973.
- (51) Classification internationale (Int. Cl.) B 24 d 3/00/C 09 k 3/00; E 21 b 9/00.
- (71) Déposant : Société dite : CHRISTENSEN DIAMOND PRODUCTS COMPANY, résidant aux  
États-Unis d'Amérique.
- (73) Titulaire : *Idem* (71)
- (74) Mandataire : Simonnot, Rinuy, Santarelli.
- (54) Outils d'abrasion à particules revêtues d'un métal.
- (72) Invention de :
- (33) (32) (31) Priorité conventionnelle : *Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le  
24 janvier 1972, n. 220.352 aux noms de Arthur Graves Wilder et Harold Cloyd  
Bridwell.*

La présente invention concerne des dispositifs d'abrasion comprenant des particules abrasives différentes, associées par un liant continu.

5 Les outils abrasifs, de meulage, de découpe et de forage, appelés outils d'abrasion dans le présent mémoire, comportent des particules abrasives formant une structure d'abrasion, comprenant un liant tel qu'une résine organique et dans certains cas un métal, constituant la matière qui maintient les particules abrasives de la structure.

10 Dans un mode de réalisation de structure d'abrasion du type décrit, on utilise des particules abrasives de types différents. En plus de particules très dures constituant des abrasifs primaires, la phase continue du liant métallique contient un abrasif secondaire de dureté inférieure à celle des particules primaires.

Le rôle des particules d'abrasif secondaire est une usure préférentielle, assurant l'exposition de nouvelles faces abrasives des particules d'abrasif primaire.

15 Il est souhaitable que de telles structures comportent les abrasifs primaire et secondaire uniformément répartis dans le liant. Si l'abrasif primaire n'est pas réparti uniformément, la structure d'abrasion n'est pas usée uniformément et il se forme des zones d'usure à l'emplacement de concentration élevée en abrasif primaire, la structure d'abrasion s'usant moins dans les zones à faible concentration d'abrasifs primaires.

20 L'érosion accélérée des particules abrasives secondaires et l'usure locale du liant provoquent une surcharge importante des zones ayant des concentrations élevées en particules abrasives primaires car la structure d'abrasion prend appui sur ces zones. La charge qui est concentrée sur ces petites surfaces provoque la création d'une charge accrue par unité de surface dans les zones de pression localisées et sur la structure d'abrasion placée au-dessous, par exemple une lame de scie sur laquelle peut être montée la structure d'abrasion.

Dans certains cas, cette charge accrue peut rompre l'abrasif primaire et provoquer son arrachement de la matière, assurant ainsi une usure excessive.

Dans de tels cas, la vitesse de coupe n'est pas uniforme et il est nécessaire de réduire soit la charge soit la vitesse de découpe.

L'invention permet de remédier à ces inconvénients dans une grande mesure, et concerne une répartition très uniforme dans le liant des particules d'abrasifs primaire et éventuellement secondaire, assurant une répartition spatiale réglée et pratiquement uniforme des abrasifs primaire et, le cas échéant, secondaire et une concentration réglée pratiquement uniforme des particules d'abrasif primaire dans la structure d'abrasion.

Dans de tels cas, il est possible de choisir une concentration d'abrasifs primaire et secondaire de manière que l'espacement entre les particules convienne à la création d'une porosité volumique suffisante pour la formation d'une liaison convenable et le maintien par une masse suffisante de liant des particules d'abrasifs.

L'invention assure cette répartition uniforme des abrasifs par réalisation initiale d'un mélange intime de particules des abrasifs primaire et secondaire, les particules étant de dimensions aussi proches que possible.

Lorsque cependant le groupe de particules de l'abrasif contient des particules ayant une granulométrie étendue, on prépare d'abord les particules de manière qu'elles aient la même dimension de particule ou une même granulométrie s'étageant sur une plage étroite.

Dans de tels cas, le mélange des particules permet la réalisation d'une dispersion uniforme d'une concentration pratiquement uniforme de particules primaires et secondaires dans le mélange.

Les particules abrasives telles que le diamant et le carbure de tungstène ont été utilisées jusqu'à présent dans les procédés d'infiltration et de compression à chaud. Dans

le premier de ces procédés, un métal fondu s'infiltré dans la masse poreuse des particules abrasives placées dans un moule de configuration voulue. Dans le procédé de compression à chaud, des mélanges de poudres d'abrasif et de métal  
5 sont chauffés sous pression de manière que le produit résultant soit un élément abrasif constitué de particules abrasives liées par un métal.

Les abrasifs utilisés lors de la mise en oeuvre d'un tel procédé ont une dimension comprise entre 0,037 et 1,16  
10 mm. Des particules coulées ou introduites par vibration dans un moule ont tendance à former une masse de porosité variable ; dans certains éléments, les pores peuvent avoir des dimensions très grandes et dans d'autres éléments, ils peuvent être remplis de fines particules, empêchant une asso-  
15 ciation convenable dans toute la masse.

En conséquence, dans le procédé d'infiltration, il se forme des canaux et la quantité de métal présente dans les pores de petite dimension est insuffisante, et la séparation des particules est excessive dans les zones à  
20 pores importants. De plus, les dimensions particulières non uniformes provoquent une répartition non uniforme des constituants des abrasifs dans la structure d'abrasion formée.

De manière analogue, le manque d'uniformité de dimension particulière de l'abrasif et du métal provoque la formation d'une structure non uniforme dans des zones localisées de liaison insuffisante et dans des zones localisées ayant une concentration réduite par rapport à la concentration voulue en abrasif primaire et en abrasif secondaire le cas échéant.

30 Une telle usure non uniforme est tout à fait indésirable.

Lorsqu'on doit utiliser la structure d'abrasion dans un outil de coupe ou d'usure, par exemple dans un trépan de forage ou dans d'autres outils ou scie de forage de mise en forme, par exemple pour la découpe du béton, de la maçonnerie, des roches, de la céramique, des briques, etc., il  
35

est préférable d'utiliser des matières abrasives dont la dureté dépasse environ  $2000 \text{ kg/mm}^2$  (Knoop ou Vickers), plus la matière est dure plus les résultats sont bons. Un critère supplémentaire est que la matière abrasive n'ait pas une température de fusion ou de ramollissement supérieure à la température maximale atteinte au cours de la mise en oeuvre du procédé de formation de la structure d'abrasion, comme décrit dans la suite du présent mémoire.

Il est préférable d'utiliser, étant donné la propriété physique telle que leur dureté, leur température de fusion et leur stabilité chimique, l'une des matières abrasives suivantes, parmi lesquelles on préfère les diamants, naturels ou synthétiques. En plus des diamants, on peut utiliser des particules abrasives du tableau I. Les valeurs portées dans le tableau proviennent de la littérature.

Comme décrit, il est souhaitable de choisir comme abrasif primaire, une matière ayant une dureté supérieure à celle de l'abrasif secondaire.

Le tableau I donne une liste de matières qu'on peut choisir comme abrasifs primaires ou analogues.

TABLEAU I

5		$T_f$ °C	Densité	Coefficient de dilata- tion ther- mique li- néaire $\times 10^6$ 0-540°C	Dureté kg/mm <sup>2</sup> Knoop* Vickers**
	Diamants synthé- tiques ou naturels		3,5	2,7	8000*
10	Alumine ( $Al_2O_3$ )	2060	3,5-4	7,9	3000*
	Eutectique coulé de carbure de tungstène	4800	15		
15	Carbure de tung- stène (WC)	4800	15,8	4,9	
	Carbure de tung- stène ( $W_2C$ )	4800	17,3		1950-2400
20	Nitrure de bore (cubique)	> 1700	3,48	~ 36	4700*
	Carbure de chrome ( $Cr_4C$ )	1500	6,99	5,4	
25	Dicarbure de chrome ( $Cr_3C_2$ )	1910	6,68	4,3	2650
	Diborure de titane ( $TiB_2$ )	2870	4,52	7,6	3000-3500*
30	Diborure de hafnium ( $HfB_2$ )	3250	11,20	7,6	3800*
	Diborure de zirconium ( $ZrB_2$ )	3100	6,09	8,3	2000*
35	Hexaborure de calcium ( $CaB_6$ )	4050	2,46	6,5	2740±220*
	Hexaborure de baryum ( $BaB_6$ )	4100	4,32	6,8	3000±290**
40	Carbure de tantale (TaC)			6,7	
	Carbure de silicium	> 1000	3,21	5,0	2200-2900*



Le produit et le procédé de l'invention permettent la réalisation d'éléments d'abrasion dans lesquels les particules abrasives sont réparties de façon pratiquement uniforme et séparées les unes des autres le cas échéant de manière sensiblement uniforme ou suivant toute autre configuration convenable dans la structure d'abrasion.

Le procédé comprend la réalisation de billes sensiblement sphériques comprenant un noyau interne d'abrasif revêtu d'une enveloppe d'un métal fritté en poudre, destiné à former le liant métallique des particules abrasives. Le composite abrasif ainsi formé peut avoir toute dimension particulière convenable. Dans ce cas, les billes peuvent être utilisées pour former une structure de porosité et de granulométrie uniformes.

Dans ce cas, les dimensions des pores peuvent correspondre au volume théorique d'un réseau uniformément tassé de sphères de dimension uniforme, c'est-à-dire un volume de 47,6 % dans le cas de sphères de diamètre uniforme tassées suivant un réseau cubique.

On peut cependant, en utilisant des sphères de dimensions différentes, obtenir une répartition voulue de la porosité.

Comme la production de sphères de dimension voulue, pour la formation d'abrasifs industriels, est pratiquement impossible par choix et mise en forme des particules abrasives, l'invention présente l'avantage de permettre la réalisation de structures uniques qu'il n'était pas possible de réaliser selon la technique antérieure.

De manière générale, l'invention concerne le mélange d'un liant métallique sous forme d'une fine poudre avec des grains d'abrasifs qui n'ont pas forcément la même dimension ou une étroite plage granulométrique, et la formation par des techniques bien connues de billes dans lesquelles l'abrasif constitue le noyau et l'enveloppe externe est formée de poudres fines, liées par exemple par frittage.

Le réglage de la quantité de poudre qui est ajoutée

aux particules abrasives permet de régler le diamètre des billes.

On peut alors introduire les billes de même dimension ou de dimension voisine, du même abrasif ou d'abrasifs différents, toutes revêtues et les faire tourner ensemble, de manière à former, par mélange intime un réseau uniforme de billes dans toute la masse.

Pour réaliser une répartition uniforme des constituants du mélange, on peut régler la densité apparente des billes par réglage de la densité apparente de l'abrasif à une densité voisine de celle du liant métallique.

L'enrobage des particules d'abrasifs de densités différentes de celle du liant, par une enveloppe métallique de densité différente permet le réglage de la densité apparente des abrasifs enrobés à une valeur proche de celle du liant métallique.

On peut aussi choisir le substrat et le métal de revêtement ainsi que le pourcentage pondéral du revêtement déposé pour obtenir des particules ayant la densité apparente voulue, correspondant à celle des particules primaire et secondaire du liant. Par exemple, en réglant le pourcentage en poids de tungstène déposé sur des diamants à 61 % environ, on peut obtenir une particule de densité de l'ordre de 7, et par revêtement de carbure de tungstène avec du titane à raison de 54 % en poids de la particule revêtue, on peut obtenir les particules ayant une densité de l'ordre de 7, c'est-à-dire une densité proche de celle du liant convenable.

Il n'est pas toujours nécessaire de rendre égales les densités apparentes des particules primaire, secondaire et du liant le cas échéant, car il suffit de rapprocher ces densités apparentes par enrobage de certaines des particules comme décrit, de manière à obtenir une répartition améliorée des particules. Pour former un mélange uniforme de particules abrasives primaire et secondaire, on peut régler les densités apparentes de ces particules de manière que la dif-

férence de densité apparente après réglage selon l'invention soit de l'ordre de 40 à 80 % ou moins de la différence de densité apparente des abrasifs non enrobés. De préférence, on réduit la différence à moins de 25 %. Il est avantageux de réaliser des particules d'abrasifs primaire et secondaire ayant la densité apparente la plus faible à 30 % ou plus et de préférence à 80 à 100 % de la densité des particules les plus denses, par enrobage d'un type ou des deux types de particules abrasives.

10 Le procédé d'enrobage, dans le cas où le liant n'est pas métallique, par exemple est une résine organique, est un procédé classique, par exemple électrochimique ou électrolytique. Cependant, lorsqu'on veut utiliser un liant métallique et l'application des particules mélangées sous forme  
15 fondue, il est préférable d'utiliser comme enveloppes des métaux ayant une température de fusion suffisamment élevée, ainsi que des propriétés physiques convenables. Le tableau II donne la liste de tels métaux.

Il faut noter à partir du tableau I qu'il existe une  
20 différence notable de densité entre les diverses particules abrasives. Pour que les densités des particules choisies soient relativement proches, on enrobe les particules de plus faible densité à l'aide d'un métal ayant une densité différente, de manière que les densités apparentes  
25 des particules soient proches de la même valeur.

Le poids total des particules augmente et, lorsque le volume des particules augmente de façon relativement faible, la densité de l'enveloppe est relativement importante, et vice versa. Comme l'enveloppe est choisie de manière que la  
30 densité soit supérieure ou inférieure à celle du substrat, la densité des particules composites augmente ou diminue.

L'effet des densités des particules et du revêtement apparaît dans la description qui suit. Si  $x$  est le pourcentage en poids des particules dans les particules revêtues et  $d_s$  la densité du substrat,  $d_c$  la densité de l'enveloppe et  $d_p$  celle des particules revêtues, la formule sui-

vante est satisfaite :

$$d_p [d_c x + d_s (100-x)] = 100 d_s d_c$$

Ainsi par exemple, dans le cas d'un revêtement de tungstène (densité 19,3) d'environ 96,9 % en poids sur des particules  
5 de diamant de densité égale à 3,5, la densité correspond à celle d'un carbure eutectique de 17.

Le revêtement de carbure de tungstène par du titane de densité égale à 4,54 permet de réduire la densité apparente du carbure de tungstène et nécessite donc que les  
10 particules de diamant soient revêtues de façon réduite pour correspondre à cette densité apparente.

Le revêtement de carbure de tungstène utilisé avec du molybdène ou un autre métal du tableau II ayant une faible densité, réduit la densité apparente de la particu-  
15 le revêtue.

Lorsque l'abrasif primaire est le diamant et l'abrasif secondaire le carbure de tungstène, on peut utiliser l'un des métaux du tableau II pour accroître la densité apparente des particules de diamant de manière qu'elle soit  
20 proche de celle des particules d'abrasif secondaire et du liant, si par exemple on utilise un procédé de compression à chaud.

Lorsque la phase continue du liant est métallique, il est préférable, pour obtenir des avantages supplémentaires, d'utiliser comme métaux d'enrobage ceux qui figurent dans le tableau II. Les valeurs obtenues proviennent de la littérature.  
25

L'enrobage des particules abrasives par une enveloppe métallique selon l'invention est intéressant de plus car  
30 il permet une répartition uniforme des particules comme décrit.

Lorsque le métal est utilisé comme liant des particules abrasives dans une structure d'abrasion, l'enrobage des particules accroît le maintien des particules par le  
35 liant métallique. Lorsque la liaison est faible, les particules sont arrachées du liant et l'usure est excessive.

TABLEAU II

5	Métal	Densité	T <sub>f</sub> °C	Coefficient de dilatation linéaire thermique $\times 10^6/^{\circ}\text{C}$ 0-540°C	Module d'Young kg/cm <sup>2</sup> $\times 10^{-6}$
	Tungstène (W)	19,3	3380	7,2	3,5
10	Tantale (Ta)	16,6	2966	7	1,9
	Molybdène (Mo)	10,2	2610	4	3,5
15	Niobium (Nb)	8,5	2500	7,2	1,8
	Vanadium (V)	5,89	1890	5,8	2,9
	Zirconium (Zr)	6,4	1852	5,4	0,77
20	Titane (Ti)	4,54	1675	8,5	1,2
	Fer (Fe)	7,86	1535	11,7	2,0
25	Cobalt (Co)	8,9	1492	12,3	2,1
	Nickel (Ni)	8,9	1453	13	2,1
	Cuivre (Cu)	8,9	1083	16,6	1,1

La liaison intermétallique entre le liant métallique et les abrasifs primaire et secondaire accroît la retenue des particules abrasives jusqu'à la fin de la durée de travail par découpe due à l'usure de la particule ou jusqu'à la rupture de fragment de celle-ci de la partie qui est dépourvue d'enrobage au niveau de la surface d'abrasion, lors de cette opération.

Lorsqu'on choisit le métal de l'enveloppe, la particule enrobée étant destinée à être utilisée avec un liant métallique, il est souhaitable que le métal de l'enveloppe ait une température de fusion suffisamment supérieure à celle du liant métallique.

Un autre avantage des particules enrobées selon l'invention, utilisées avec un liant métallique, est l'accroissement du transfert de chaleur de la particule abrasive, due

au contact intime en surface entre l'enveloppe et la particule d'une part et entre l'enveloppe et le liant métallique d'autre part. La chaleur créée aux surfaces d'abrasion, si elle n'est pas facilement transmise et absorbée par le liant, 5 qui constitue un radiateur, peut provoquer une élévation locale de la température qui peut nuire à la durée des particules abrasives.

Pour obtenir la densité apparente réglée, on peut utiliser tout procédé commode de dépôt de l'enveloppe métallique sur le substrat. Ainsi, les procédés électrochimiques 10 et électrolytiques qui ont été déjà utilisés pour le revêtement de particules abrasives destinées à des structures à liant formé d'une résine organique permettent un réglage de la densité apparente de la particule revêtue. Lorsqu'on les 15 utilise avec un liant métallique selon l'invention, ils donnent aussi une liaison améliorée entre le liant métallique et la particule revêtue, grâce au mouillage amélioré par le métal fondu.

L'utilisation des particules revêtues dans une structure composite comprenant un liant métallique est un perfectionnement par rapport à l'utilisation de particules abrasives revêtues par un procédé électrochimique ou électrolytique, liées par un liant résineux. Il s'agit aussi d'un perfectionnement par rapport à l'utilisation de particules 20 abrasives non revêtues, avec des liants résineux ou métalliques associant les particules.

Les particules abrasives revêtues par des procédés électrochimiques ou électrolytiques peuvent donner des dépôts contaminés par des inclusions intergranulaires d'impuretés provenant du milieu aqueux. De plus, les dépôts, notamment dans le cas de dépôts électrolytiques, ont des plans intergranulaires de faiblesse et le revêtement a des résistances relativement faibles à la traction et à la flexion. Ils n'améliorent donc pas de façon très notable 30 les propriétés physiques de la particule revêtue par rapport à la particule non revêtue.

Il est préférable selon l'invention de réaliser l'enveloppe métallique de manière que la particule abrasive soit revêtue d'un métal pratiquement dépourvu d'impuretés intergranulaires.

- 5 Des enveloppes métalliques des particules de l'invention diffèrent des revêtements précités à la fois en composition et en nature cristalline.

Contrairement à ces dépôts, les dépôts de l'invention donnent une enveloppe de métal pur, pratiquement dé-  
10 pourvue d'inclusions intergranulaires.

- L'enveloppe métallique préférée comprend des grains dendritiques cristallins qui commencent à la surface du substrat, avec une orientation statistique pratiquement perpendiculaire à la surface locale du substrat, créant  
15 ainsi une superposition de grains qui grossissent, la croissance étant interrompue par d'autres grains placés au-dessus. Les grains ainsi déposés forment une structure verrouillée mécaniquement donnant à la gaine métallique une résistance élevée à la traction. De telles structures sont  
20 dites allotriomorphes.

- Il est préférable de réaliser les abrasifs enrobés de l'invention par dépôt en phase vapeur, en soumettant les particules abrasives au contact d'un composé métallique volatil à une température suffisamment élevée pour que le composé métallique sous forme vapeur soit au contact du substrat  
25 solide dans les conditions utilisées.

- On constate qu'il est aussi utile, lorsque la nature chimique des particules abrasives le permet, de choisir des enveloppes métalliques qui forment une liaison chimique superficielle avec le substrat, grâce à une réaction chimique limitée entre le métal et la surface du substrat, si bien  
30 que la particule enrobée est un cermet.

- La formation d'une liaison d'interface entre l'enveloppe et le substrat est facilitée par la température élevée  
35 utilisée lors de la mise en oeuvre du procédé de l'invention.

Lorsqu l' nvelope métallique a un coefficient de dilatation thermique nettement supérieur à celui de la particule abrasive, après dépôt d'une nvelope sur l substrat à température élevée, la particule est disposée sous compression après refroidissement, la compression étant exercée par l'enveloppe métallique. Ainsi, la force de traction nécessaire à la rupture de la particule d'abrasif doit être supérieure à ce qu'elle est dans le cas d'une particule non enrobée.

10 Cette propriété présente un avantage quel que soit le liant utilisé, résineux ou métallique.

Comme le coefficient linéaire de dilatation thermique des abrasifs convenables est compris entre  $1,8$  et  $9 \cdot 10^{-6}$  cm/cm. $^{\circ}$ C, il est préférable de choisir des gaines métalliques ayant un coefficient de dilatation supérieur à celui du substrat. Par exemple, on choisit des métaux dont les coefficients linéaires de dilatation sont de l'ordre de  $3,6$  à  $18 \cdot 10^{-6}$  cm/cm. $^{\circ}$ C. On peut obtenir un enrobage utile en appariant les coefficients de dilatation, comme décrit précédemment. Il faut se rappeler que les coefficients de dilatation cubiques peuvent, dans le cas décrit, être considérés comme étant égaux au triple des coefficients linéaires de dilatation. Avec une telle combinaison, la force de rupture nécessaire à la fragmentation de la particule peut être supérieure à la force qui rompt la particule non enrobée, car cette force de rupture doit initialement compenser la force de compression exercée sur le substrat.

Par exemple, dans le cas où le diamant constitue le substrat, on peut utiliser l'un quelconque des métaux du tableau II pour former l'enveloppe d'enrobage et accroître aussi la densité apparente. Dans tous les cas, le coefficient linéaire de dilatation thermique du métal est nettement supérieur à celui du diamant, et l'utilisation présente aussi l'avantage de comprimer les diamants et de compenser en partie des forces de traction qui ont tendance à rompre le diamant lorsqu'il est utilisé dans une structure d'a-



brasion.

Lorsqu'on choisit le métal d'enrobage pour obtenir la contraction différentielle, on peut choisir les métaux en fonction de la contrainte voulue par exemple parmi les métaux du tableau II et les abrasifs parmi les exemples du tableau I, les métaux ayant un coefficient supérieur à celui du substrat d'environ 5 à 10 % ou plus. Ainsi, le coefficient du métal doit être égal à environ 1,05 à 1,1 fois jusqu'à 7 fois environ celui du substrat.

Lorsqu'on choisit le métal d'enrobage et qu'on utilise les diamants comme substrats, dans le cas de l'utilisation de métaux formateurs de carbure, il est préférable d'utiliser ceux qui ne réagissent que de façon limitée, aux températures de dépôt, comme décrit plus loin. Par exemple, on peut utiliser le molybdène, le tungstène, le tantale, le titane et le niobium qui sont tous des formateurs de carbure, mais non le fer qui, dans les conditions de dépôt ou de formation de la structure d'abrasion, peut provoquer une attaque excessive du diamant.

Pour toutes les raisons qui précèdent, il est préférable d'utiliser en combinaison avec les particules abrasives du tableau I, choisies en fonction de leurs propriétés comme décrit, le tungstène, le tantale, le niobium et le molybdène et, parmi les particules abrasives primaires, il est préférable d'utiliser les diamants, naturels ou synthétiques, et on préfère tout particulièrement utiliser le tungstène comme matière d'enrobage, déposée dans des conditions qui libèrent du tungstène pur sous forme cristalline, comme décrit précédemment.

Lorsqu'on utilise l'abrasif enrobé dans un métal pour la réalisation de structures d'abrasion, avec un liant métallique, il est préférable d'utiliser comme liant un métal dont la température de fusion est nettement inférieure à celle de la gaine métallique du substrat. Lorsqu'on utilise des diamants comme particules enrobées, il est préférable de limiter la température de fusion du liant métalli-

que à une température inférieure à 1540°C environ de manière à ne pas exposer les diamants à une température excessive qui pourrait détériorer la résistance mécanique des diamants.

- 5 Une autre considération importante est le coefficient de dilatation thermique du liant métallique utilisé. Comme en général les métaux et les matières à faible température de fusion ont un coefficient de dilatation thermique en l'absence de métal d'enrobage mouillé par le métal fondu, la masse du liant, après refroidissement, a tendance à s'écarter de la matière abrasive, en réduisant la liaison. Il est avantageux d'utiliser les métaux d'enrobage selon l'invention car la dilatation thermique du liant est du même ordre de grandeur que celle de l'enveloppe. En conséquence, le mouillage de l'enveloppe par le liant métallique a tendance à empêcher le retrait du liant de l'enveloppe métallique. Des métaux qui ont des températures de fusion inférieures par exemple à 1540°C conviennent dans le cas du diamant.

- 20 Cependant, il est préférable d'utiliser des métaux qui ont aussi des propriétés souhaitables précitées. Le métal choisi doit être fluide à la température à laquelle on veut l'utiliser pour former la structure composite, et il a avantageusement, lorsqu'il est solide, une ductilité, mesurée sous forme d'une microdureté, inférieure à 400 kg/mm<sup>2</sup>. Le métal a aussi avantageusement une résistance à la compression dépassant 10 500 kg/cm<sup>2</sup>, une résistance à la rupture dans le sens transversal supérieure à 6300 kg/cm<sup>2</sup> et une résistance au choc dépassant 0,78 kg.m.

- 30 A cet effet, on peut utiliser des alliages à base de cuivre, notamment du bronze et du laiton et des alliages à base de cuivre contenant diverses quantités de nickel, de cobalt, d'étain, de zinc, de manganèse, de fer et d'argent.

- 35 Lorsqu'on utilise des diamants enrobés, le diamant est protégé de l'attaque par le métal et l'on peut donc uti-

liser comme liants des alliages à base de cobalt, de nickel ou de fer ayant les propriétés convenables. Ces alliages ne peuvent pas <sup>être</sup> utilisés comme liants métalliques dans le cas de diamants non enrobés car, lorsqu'ils sont fondus, ils attaquent excessivement le diamant. Ainsi, il est possible avec le diamant enrobé par exemple, d'utiliser un alliage nickel-cuivre-aluminium-silicium ayant une température de fusion inférieure à 1090°C, de la fonte, et des alliages de fer, de cobalt, de chrome et de tungstène ayant des températures de fusion inférieures à 1540°C.

Lorsque les particules abrasives sont en carture de tungstène ou en diamant, attaquées par les alliages à base de nickel, de cobalt ou de fer, l'enrobage du carture de tungstène ou du diamant par une enveloppe métallique de température de fusion nettement supérieure à la leur selon l'invention évite l'attaque que la particule non enrobée subirait dans les conditions de réalisation de la structure d'abrasion.

Le procédé qu'on préfère mettre en oeuvre, car il donne une excellente enveloppe lorsqu'on l'utilise pour réaliser des particules enrobées de l'invention, et la transformation d'un composé volatil d'un métal en métal déposé sur le substrat et en un produit gazeux de réaction qui peut être retiré du contact du métal d'enrobage. Il reste une enveloppe pratiquement dépourvue d'impuretés incluses.

Dans ce but, il est préférable d'utiliser des halogénures ou des métaux-carbonyles. De préférence, par raison de commodité, il est préférable d'utiliser des composés dont la température d'ébullition, à la pression atmosphérique, est inférieure à la température de la réaction.

Bien qu'il soit possible d'utiliser des composés qui peuvent être mis sous forme liquide et qui peuvent être distillés sous vide ou sous pression réduite, à l'aide d'un gaz porteur, les composés du tableau III qui ont des températures d'ébullition raisonnables peuvent convenir, car leur volatilisation est facile.

EAD ORIGINAL

TABLEAU III

		<u>T<sub>f</sub> °C, à 760 torrs*</u>
	Fer-carbonyle [Fe(CO) <sub>5</sub> ]	102,8+
5	Pentachlorure de molybdène [MoCl <sub>5</sub> ]	268
	Hexafluorure de molybdène [MoF <sub>6</sub> ]	35
	Molybdène-carbonyle [Mo(CO) <sub>6</sub> ]	156,4
10	Pentabromure de tungstène [WBr <sub>5</sub> ]	333
	Hexabromure de tungstène [WBr <sub>6</sub> ]	17,5
15	Pentachlorure de tungstène [WCl <sub>5</sub> ]	275,6
	Hexachlorure de tungstène [WCl <sub>6</sub> ]	346,7
	Tungstène-carbonyle [W(CO) <sub>6</sub> ]	175 à 766 torrs
20	Pentachlorure de tantale [TaCl <sub>5</sub> ]	242
	Pentafluorure de tantale [TaF <sub>5</sub> ]	229,5
	Tétraborure de titane [TiB <sub>4</sub> ]	230
	Hexafluorure de titane [TiF <sub>6</sub> ]	35,5
25	Tétrachlorure de titane [TiCl <sub>4</sub> ]	136,4
	Pentabromure de niobium [NbBr <sub>5</sub> ]	361,6
	Pentafluorure de niobium [NbF <sub>5</sub> ]	236
30	Pentachlorure de niobium [NbCl <sub>5</sub> ]	236
	Hexafluorure de nickel [NiF <sub>6</sub> ]	4 à 25 torrs
	Tétrachlorure de vanadium [VCl <sub>4</sub> ]	148+
35	Pentafluorure de vanadium [VCl <sub>5</sub> ]	111+

\*Sauf indication contraire.

Les considérations qui précèdent montrent qu'il est préférable d'utiliser le tungstène comme métal d'enrobage du fait de sa densité élevée et de sa température élevée de fusion. Il donne dans les conditions de réalisation de l'invention un revêtement ayant une résistance mécanique exceptionnellenent élevée. Il est facile à mouiller par les métaux fondus des types décrits et il forme une liaison métallurgique robuste avec les liants métalliques utilisés selon l'invention. Il est particulièrement utile lorsque le substrat est le diamant ou une autre matière qui réagit avec le tungstène, par exemple formant des cermetts avec le tungstène.

L'abrasif primaire préféré selon l'invention est le diamant. Lorsqu'il est enrobé d'un métal dans les conditions préférées décrites, il donne une structure excellente d'abrasion de très longue durée. Lorsqu'il est enrobé de tungstène ou d'un autre métal du type décrit, après retrait de la partie de la gaine métallique exposée au contact de la pièce, il peut être exposé à la pièce tout en étant maintenu par l'enveloppe d'enrobage qui est elle-même maintenue par le liant métallique.

A la place du diamant enrobé ou en plus, on peut utiliser d'autres abrasifs des types décrits, de préférence de l'alumine enrobée, et on peut aussi utiliser les autres abrasifs cités, notamment le carbure de tungstène ou le carbure de silicium enrobé, comme décrit en détail dans la suite du présent mémoire.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 est un diagramme synoptique schématique d'un appareil destiné à la mise en oeuvre du mode de réalisation préféré du procédé de l'invention ;

la figure 2 est une coupe d'un moule destiné à la mise en oeuvre de la technique d'infiltration pour la formation d'éléments d'abrasion selon un mode de réalisation

de l'invention ;

la figure 3 représente schématiquement un moule destiné à la mise en oeuvre d'une technique de compression à chaud pour la réalisation d'un élément d'abrasion ;

5 la figure 4 est une coupe suivant la ligne 4-4 de la figure 3 ;

la figure 5 est une coupe suivant la ligne 5-5 de la figure 2 ;

la figure 6 illustre l'utilisation d'un élément d'abrasion réalisé selon l'invention ; et

les figures 7 et 8 représentent respectivement un moule et un élément d'abrasion réalisé avec un tel moule.

La figure 1 est un diagramme synoptique illustrant la mise en oeuvre du procédé préféré de réalisation de l'abrasif enrobé selon l'invention. Les particules à revêtir  
15 sont disposées dans le réacteur 1 dont le capuchon 2 a été retiré. Le réacteur a un fond perforé destiné à supporter les particules de dimension choisie. Lorsque le capuchon 2 est remis en place et que les vannes 3, 4, 5 et 13 sont fermées,  
20 la pompe à vide reliée à la vanne 7 qui est ouverte fait le vide dans le dispositif. La vanne 7 est alors fermée et le dispositif est rempli d'hydrogène provenant d'une réserve 11, la vanne 5 étant ouverte.

Le réacteur est chauffé par le four 9 à la température de réaction, par exemple entre environ 540 et 650°C,  
25 avec une lente purge d'hydrogène. Le débit d'hydrogène croît jusqu'à la formation d'un lit fluidisé. Avant introduction dans le réacteur, l'hydrogène passe dans un catalyseur classique au palladium qui retire les impuretés et qui est disposé entre la réserve 11 et la vanne 5, si bien que l'oxygène  
30 par exemple est retiré. Le composé métallique vaporisé passe de la chambre 10 de vaporisation, qui peut être le cas échéant chauffée par un four 14, avec un gaz inerte tel que l'argon provenant d'une réserve 6, dans la chambre de réaction.  
35

De préférence, on utilise des halogénures des métaux

volatils précités, bien que dans certains cas on puisse utiliser des métaux-carbonyles cités dans le tableau III. Dans le cas de l'utilisation d'un halogénure, la réaction forme un acide halohydrique qui passe dans des pièges à bulle puis dans un absorbeur. Lorsque le composé volatil uti-  
5 lisé est un fluorure, le produit formé est de l'acide fluorhydrique, et on peut utiliser du fluorure de sodium pour l'absorber. Il est préférable d'utiliser de l'hydrogène en excès stoechiométrique.

10 La réaction assure le dépôt d'un métal sur le substrat et l'effluent, qui est sous forme vapeur, est évaporé, ne laissant aucune impureté sur le métal ou dans celui-ci. Le métal est à l'état pur.

La vitesse de dépôt dépend de la température et du  
15 débit des réactifs, et elle augmente lorsque la température augmente et lorsque le débit d'hydrogène et du composé volatil augmente.

Après formation du dépôt, les vannes 4 et 5 sont fermées et l'argon continue à passer dans le réacteur, l'a-  
20 brasif enrobé de métal refroidissant à la température ambiante en atmosphère non oxydante, c'est-à-dire dans l'argon.

Les conditions régnant dans le réacteur, étant donné d'une part la dimension et la granulométrie des particules  
25 et d'autre part la vitesse des vapeurs et des gaz, assurent la fluidisation des particules. Les spécialistes peuvent noter qu'il se forme une phase dense dans la partie inférieure du réacteur dans laquelle des particules sont plus ou moins uniformément réparties, étant violemment agitées sous forme d'une  
30 phase dense. En conséquence, il se forme un dépôt sensiblement uniforme par unité de surface des particules. Les produits de la réaction et les gaz porteurs ainsi que l'excès d'hydrogène passent dans l'espace supérieur appelé espace de dégagement, où ils sont séparés des particules entraînées.

35 Lorsque les particules de diamant sont lisses, par exemple dans le cas de diamants synthétiques, on peut amé-

liorer la liaison entre l'enveloppe métallique et la surface du diamant formant le substrat par attaque préalable de la surface du diamant. L'attaque des diamants présente aussi un avantage lorsque l'enveloppe est réalisée par d'autres  
5 procédés, par exemple électrochimiques et électrolytiques. Cependant, pour les raisons citées, le produit/réalisé par dépôt en phase vapeur est excellent et on le préfère.

Exemple 1.

Pour attaquer les diamants, on les immerge dans un  
10 bain fondu d'un nitrate alcalin ou alcalino-terreux à une température inférieure à la température de décomposition ; ainsi, lorsqu'on utilise le nitrate de potassium, la température est comprise entre 330 et 400°C, dans le cas du nitrate de sodium elle est comprise entre 305 et 370°C envi-  
15 ron, et dans le cas du nitrate de baryum elle est comprise entre environ 590°C et la température de décomposition. On préfère utiliser le nitrate de potassium aux alentours de 330°C pendant 1 heure environ.

A la fin du chauffage, le bain fondu est refroidi  
20 puis attaqué à l'eau qui dissout le sel laissant les diamants attaqués qui peuvent être séparés et séchés. L'importance de l'attaque dépend du temps d'immersion et un temps qui convient est de l'ordre de 1 heure dans les conditions telles que les particules perdent environ 0,5 à 1 % de leur  
25 poids. La surface des diamants est rugueuse et comprend des piqûres et elle forme une base convenable et améliorée.

A titre purement illustratif et non limitatif, les exemples qui suivent décrivent la mise en oeuvre du procédé de dépôt d'une gaine métallique sur un substrat.

30 Exemple 2.

On introduit dans le réacteur 1 des diamants, synthétiques ou naturels, de préférence attaqués comme décrit, ayant une dimension permettant la fluidisation. La dimension réelle utilisée dépend de l'utilisation prévue. Dans le cas  
35 de tréfans, d'appareils de coupe, de scies et de meules,



on peut utiliser des particules dont la dimension est comprise entre 0,037 et 1,16 mm. De préférence, on utilise des particules de dimension comprise entre 0,15 et 0,35 mm, par exemple entre 0,30 et 0,35 mm. Lorsqu'on dépose du tungstène, il est préférable d'utiliser de l'hexafluorure de tungstène contenu et vaporisé en 10. Il est volatil à la température ordinaire et ne doit pas être chauffé dans le réacteur utilisé après mise sous vide et remplissage du dispositif, l'hydrogène a un débit d'environ  $100 \text{ cm}^3/\text{mn}$  et, comme décrit, les températures dans le réacteur 1 ayant été réglées à  $620^\circ\text{C}$ , mesurées par les thermocouples, le débit d'hydrogène croît à environ 1250 à  $1350 \text{ cm}^3/\text{mn}$  et le débit de fluorure de tungstène en phase vapeur à environ  $150 \text{ cm}^3/\text{mn}$ , le débit d'argon étant réglé à environ  $285 \text{ cm}^3/\text{mn}$ , tous ces débits étant mesurés par les débitmètres indiqués sur la figure 1 à la suite des vannes 3, 4 et 5, l'hydrogène étant en excès stoechiométrique par rapport à l'hexafluorure de tungstène.

L'épaisseur de la couche de tungstène déposée sur le diamant dépend de la durée du traitement et elle est avantageusement, dans le cas de diamant de 0,3 à 0,35 mm, de l'ordre de 25 microns d'épaisseur, au bout d'1 heure environ. Une épaisseur qui convient est comprise entre environ 2,5 et 25 microns.

#### 25 Exemple 3.

A la place de diamants, on peut utiliser de l'alumine. La granulométrie, la température et le mode opératoire utilisé peuvent être ceux de l'exemple 1, pour la formation d'une couche de tungstène ayant l'épaisseur précitée.

#### 30 Exemple 4.

De manière analogue, on peut revêtir du carbure de tungstène, suivant le procédé de l'exemple 1. La surface du substrat est totalement revêtue, indiquant que le procédé de dépôt en phase vapeur sous vide a une grande puissance de projection.

Exemple 5

On utilise le procédé de l'exemple 2 pour revêtir des particules de carbure de silicium de dimension comprise entre 0,15 et 0,18 mm.

5 La surface externe des particules revêtues correspond à la surface externe du substrat et la reproduit. La structure verrouillée donne un revêtement ayant des résistances élevées à la traction et à la flexion. Comme le revêtement est réalisé à température élevée, lors du refroidissement, 10 la contraction sur 590°C dépasse notablement la contraction du substrat comme décrit, et la contraction éventuelle résultante assure une compression de l'abrasif placé au-dessous.

La réalisation de particules de dimension choisie selon l'invention, destinées à la réalisation d'une structure 15 d'abrasion perfectionnée comme décrit a lieu de préférence de la manière suivante.

Les particules enrobées réalisées comme décrit précédemment sont revêtues de poudre métallique selon l'invention. Le mode opératoire préféré utilisé pour le revêtement 20 de l'abrasif enrobé est l'utilisation des techniques classiques de formation de granulés, selon lesquels l'abrasif enrobé est mouillé par de l'eau et mélangé à un métal en poudre destiné à former le liant comme décrit. Le mélange 25 est tonnelé. La dimension particulaire de la poudre métallique est avantageusement inférieure à 74 microns. Les particules d'abrasifs, quelle que soit leur forme, sont mises sous forme de billes de dimension voulue, par réglage de la dimension particulaire des particules de métal et la durée du tonnelage. Un tel tonnelage de particules est bien 30 connu pour la formation de granulés.

Les sphéroïdes ainsi formés sont mélangés à de l'alumine en poudre et chauffés soigneusement de manière que les billes soient séchées et frittées à température élevée 35 à la pression atmosphérique en atmosphère inerte ou réductrice, par exemple dans de l'hydrogène à pression atmosphérique.

Les particules frittées du métal revêtu avec la poudre d'alumine sont séparées du reste de l'alumine par tamisage.

Un ensemble tassé de ces particules a une porosité  
5 de l'ordre de 30 à 70 %, car il ne s'agit pas en réalité de sphères idéales de même diamètre.

On peut aussi former des billes de métal en poudre à l'aide de gros morceaux de métal constituant le noyau. La particule métallique est mouillée et mise sous forme de granu-  
10 lés avec de la poudre métallique revêtue d'alumine et frittée puis tamisée comme décrit.

Le choix du rapport de l'abrasif mis en granulés au liant mis en granulés, pour l'obtention de la porosité en fonction du mélange voulu de métal et d'abrasif, permet  
15 l'obtention de la concentration voulue en abrasif.

Comme les liants métalliques souhaitables ont des densités qui diffèrent de celles des particules abrasives, on peut régler la densité de l'abrasif en choisissant le métal d'enrobage de manière que sa densité compense la dif-  
20 férence de densité, comme décrit précédemment.

Comme le diamant est l'abrasif primaire préféré, il est souhaitable d'enrober le diamant de manière à lui donner une densité apparente comprise entre 6 et 10 environ, de manière qu'elle corresponde à celle du métal en poudre  
25 comme décrit.

Si on souhaite utiliser un abrasif secondaire, on peut utiliser l'alumine ou le carbure de silicium et élever la densité apparente de la même manière. De plus, on peut régler la densité des abrasifs, par exemple du carbure  
30 de tungstène, de manière à réduire la densité apparente de sorte qu'elle corresponde à celle du liant et de l'abrasif primaire revêtu.

Les particules revêtues selon le mode opératoire décrit, à l'aide des abrasifs enrobés comme décrit, peuvent  
35 être utilisées pour former des structures perfectionnées d'abrasion par l'une des techniques connues mettant en oeuvre

les particules abrasives non enrobées. De telles techniques connues sont le durcissement superficiel, l'infiltration, la compression à chaud et la métallisation à la flamme.

Exemple 6.

5 Par exemple, on peut réaliser un trépan de forage pétrolier durci en surface comme représenté sur la figure 8 (analogue au trépan décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 2 838 284) dans un moule 18 en graphite comprenant des douilles placées à la face interne du moule, à  
10 proximité de la surface de travail du trépan à former dans le moule. Une tige d'acier 15 est placée dans le moule à une certaine distance des surfaces internes de celui-ci. Dans l'espace compris entre la tige et les diamants 16 est  
15 disposé un liant 17 formé d'un mélange pratiquement uniforme de particules granulées de carbure de tungstène coulé et enrobé et de poudre métallique granulée, choisies comme décrit précédemment et réalisées comme décrit aussi. Ce mélange est placé dans le moule au-dessus de la surface de dépôt  
20 des diamants. La dimension des granulés de carbure de tungstène revêtu et de la poudre métallique tonnelée sont choisies de manière à donner le tassement convenable et la porosité voulue comme décrit, pour une dimension particulière comprise entre 0,25 et 0,60. Le moule est tassé par vibration.

25 Le rapport du métal au volume total des pores du moule est avantageusement tel que, lors de la fusion du métal, il puisse remplir tout l'espace compris entre le carbure de tungstène et il puisse recouvrir les diamants exposés.

30 Comme décrit précédemment, lors de la mise en oeuvre de ce mode opératoire, on choisit une température de formation qui est inférieure à 1540°C environ de manière à ne pas exposer les diamants à des températures excessives. Les billes de liant métallique fondent et la gaine métallique de  
35 carbure de tungstène en granulés fond et passe dans les interstices et remplit tous les pores comme décrit précédem-

ment. Si le revêtement métallique est placé sur le diamant et le cas échéant sur les particules d'abrasif secondaire, le métal du liant mouille les surfaces des particules enrobées en donnant une liaison robuste avec le liant. L'enrobage des abrasifs primaire et secondaire réduit l'attaque par le métal d'infiltration, alors que les abrasifs non revêtus sont facilement attaqués par les métaux d'infiltration comme décrit.

L'abrasif secondaire utilisé dans le dispositif décrit peut être avantageusement en carbure de tungstène, allant de WC contenant 6,12 % en poids de carbone à  $W_2C$  contenant 3,16 % en poids de carbone. Une matière utile est le carbure de tungstène fritté et comprend des microcristaux WC et du cobalt métallique, lié par frittage en phase liquide à température élevée. La teneur en cobalt varie entre 3 % et 25 % en poids. La matière a une dureté d'environ 1250 à 1350  $kg/mm^2$  (Knoop). Un autre type d'alliage eutectique contenant environ 4 % en poids de carbone et ayant une dureté comprise entre 1900 et 2000  $kg/mm^2$  (Knoop) convient aussi.

Pour réduire la densité apparente du carbure de tungstène, il peut être enrobé dans un métal de densité inférieure à la sienne de manière que sa densité apparente soit plus proche de celle du métal d'infiltration.

Au lieu d'utiliser le carbure de tungstène, on peut choisir l'alumine, par exemple à la dimension précitée, et la revêtir d'un métal de densité supérieure, par exemple de tungstène ou d'un des métaux décrits pour le réglage de la densité à une valeur proche de celle du liant métallique, comme décrit précédemment. L'alumine enrobée peut être mise en granulés comme décrit précédemment et utilisée à la place du carbure de tungstène comme décrit dans cet exemple pour la réalisation du trépan.

On peut aussi réaliser des éléments d'abrasion par imprégnation, en mélangeant les abrasifs primaire et secondaire granulés, en les faisant vibrer ou en les tassant dans un moule convenable, et en infiltrant dans le mélange

un liant formé d'un alliage métallique à faible température de fusion, utilisé comme poudre dans l'opération de granulation comme décrit précédemment.

Exemple 7.

5 Les figures 2 et 5 représentent un moule en graphite destiné à la mise en oeuvre d'une infiltration pour la réalisation de segments de lame de scie, destinés à être brasés sur une telle lame. Le moule est formé d'une base 101, d'un montant 102, d'une ancre 103, et il porte un en-  
10 tonnoir 104, et serré par un boulon 105 et recouvert d'un capuchon 106 de four. Le montant comprend des cavités de moulage distantes circonférentiellement ayant une dimension circonférentielle nettement inférieure à la dimension radiale. La cavité de moulage peut contenir un mélange inti-  
15 me de particules de diamant revêtues de tungstène, granulées avec un alliage bronze-cuivre-étain dont la température de fusion est inférieure à 1090°C, et du carbure de tungstène en poudre qui a été granulé avec la même poudre métallique. La dimension particulière de la poudre d'al-  
20 liage bronze-cuivre-étain est avantageusement inférieure à 74 microns. Les dimensions particulières du carbure de tungstène et du diamant granulé sont avantageusement à peu près égales. La dimension des particules de diamant et de celle  
25 de carbure de tungstène est telle que les particules occupent environ 30 à 70 % du volume du moule. Les particules sont intimement mélangées et versées dans le moule.

La même poudre métallique est placée dans l'entonnoir. La quantité de poudre métallique formant le revêtement dans l'entonnoir doit être suffisante, lorsqu'elle est  
30 fondue, pour remplir la totalité du volume des vides.

Par exemple, lorsqu'on réalise une lame de scie de 30 cm dans laquelle 19 des segments cités sont brasés à la périphérie de la lame, on peut utiliser des segments d'environ 47,5 mm de longueur, 3,2 mm de largeur et 4 mm d'é-  
35 paisseur, avec introduction d'environ 3500 gemmes de dimension décrite ou environ 1,1 carat de diamant broyé.

Au lieu d'utiliser un bronze à faible température de fusion comme exemple, on peut utiliser des métaux à température élevée de fusion comme liant métallique, par exemple du fer, du nickel, du cobalt ou leurs alliages, en chauffant le moule à une température pouvant atteindre 835°C, suivant la température de fusion du métal choisi comme liant.

Au lieu d'utiliser le procédé d'infiltration décrit dans cet exemple, on peut utiliser un procédé de compression à chaud pour former la structure abrasive de l'invention. Dans un tel procédé, le mélange présent dans le moule contient des particules abrasives et du métal en poudre, qui doit former le liant continu des particules abrasives.

Exemple 8.

Le moule utilisé dans cet exemple est représenté sur les figures 3 et 4. Il est analogue à celui de la figure 2, mais ne comporte pas d'entonnoir et l'écrou 105 est formé d'un bouchon 107, l'entonnoir 104 et le capuchon 106 étant remplacés par le capuchon 108. Le moule est placé dans une presse et chauffé par exemple dans un four à induction.

Pour la réalisation d'éléments de lame de scie, tels que représentés sur la figure 6, par compression à chaud comme décrit, un mélange intime de poudre de tungstène métallique, de poudre de diamant et de carbure de tungstène, revêtu d'une enveloppe de 10 microns de tungstène métallique, et de poudre de métal granulé comme décrit précédemment, à l'aide d'un alliage bronze-étain de dimension particulaire inférieure à 74 microns, est versé dans le moule des figures 3 et 4. La concentration de diamant dans le mélange est avantageusement de l'ordre de 25 %. Le rapport de la dimension des particules de diamant et de carbure de tungstène à la poudre métallique et les dimensions relatives des abrasifs granulés et de la poudre métallique tonnelée peuvent être comme décrit dans les exemples précédents. Le rôle de l'opération est de former un mélange sensiblement uniforme d'abrasifs primaire et secondaire granulés et de

liant métallique ayant pratiquement les mêmes dimensions de granulés, et d'utiliser une quantité suffisante de métal pour remplir les interstices entre le diamant et le carbure de tungstène lorsque le métal fond et s'infiltrer  
5 dans les interstices. Le mélange est coulé dans le moule. Celui-ci est porté à environ 870°C, sous une pression d'environ 210 kg/cm<sup>2</sup>, de manière qu'il forme l'élément d'abrasion de lame de scie, qui peut être brasé sur la lame 202.

A la place de carbure de tungstène, on peut utiliser  
10 du carbure de tungstène revêtu de tungstène ou un autre abrasif secondaire revêtu d'un métal comme décrit, par exemple de l'alumine ou du carbure de silicium revêtu de tungstène.

L'utilisation de diamants enrobés d'un métal permet d'utiliser à la place de bronze fondant à basse température utilisé dans l'exemple précédent, des métaux à température élevée de fusion comme liant, par exemple du fer, du cobalt, du nickel ou des alliages de ces métaux, et de chauffer le moule de compression à chaud à des tem-  
20 pératures pouvant atteindre 835°C, suivant la température de fusion du métal choisi comme liant.

Lors de la mise en oeuvre des modes opératoires des exemples 3 à 8, on s'est référé à des abrasifs enrobés, pour lesquels il est préférable d'utiliser le procédé  
25 d'enrobage décrit dans l'exemple 2, et les diamants auxquels on se réfère sont de préférence, lorsqu'il s'agit de diamants synthétiques ayant des faces lisses, du type attaqué par exemple comme décrit dans l'exemple 1.

Il est bien entendu que l'invention n'a été décrite  
30 et représentée qu'à titre d'exemple préférentiel et qu'on pourra apporter toute équivalence technique dans ses éléments constitutifs sans pour autant sortir du cadre de l'invention, qui est défini dans les revendications annexées.



REVENDICATIONS

1. Objet, caractérisé en ce qu'il contient des particules abrasives ayant une dureté supérieure à environ  $2000 \text{ kg/mm}^2$ , granulées avec une enveloppe d'un métal en poudre.
2. Objet selon la revendication 1, caractérisé en ce que les particules d'abrasifs sont des diamants, du carbure de tungstène, de l'alumine ou du carbure de silicium.
3. Objet selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'abrasif est enrobé dans une enveloppe métallique.
4. Objet selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'abrasif est le diamant, l'alumine, le carbure de tungstène ou le carbure de silicium, et le métal d'enrobage est le tungstène, le tantale, le niobium ou le molybdène.
5. Mélange composite de particules abrasives, destiné à la formation d'un élément d'abrasion mis en forme, du type qui comprend une phase continue d'un liant, les que et des particules abrasives placées dans le liant, les particules ayant une dureté dépassant environ  $2000 \text{ kg/mm}^2$  et étant enrobées dans une enveloppe métallique, ledit mélange étant caractérisé en ce qu'il comprend des particules abrasives qui sont toutes sous forme de granules dont la gaine externe est en métal en poudre du liant.
6. Mélange selon la revendication 5, caractérisé en ce que les particules abrasives sont des diamants, du carbure de tungstène, de l'alumine ou du carbure de silicium.
7. Mélange selon la revendication 6, caractérisé en ce que le métal d'enrobage est le tungstène, le tantale, le niobium ou le molybdène.
8. Procédé de réalisation de particules granulées destinées à la réalisation d'éléments abrasifs en forme comprenant une phase continue d'un liant métallique et des particules abrasives réparties dans le liant, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend la granulation des

particules abrasives avec le métal du liant en poudre et le mélange des particules granulées avec le métal granulé du liant, et le chauffage du mélange de manière que le métal du liant fonde en formant la face continue dans laquelle les particules abrasives sont réparties.

9. Procédé de réalisation d'un élément abrasif en poudre, comprenant une phase continue d'un liant métallique et des particules abrasives de types différents ayant des duretés différentes, les particules de plus grande dureté ayant une dureté dépassant environ  $2000 \text{ kg/mm}^2$ , ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend la granulation des diverses particules abrasives avec une gaine externe du métal du liant en poudre, le mélange des granulés de particules abrasives avec le métal en poudre du liant et la formation de l'élément abrasif à température élevée et sous pression dans un moule.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que les particules de grande dureté sont des diamants, enrobés de tungstène, de tantale, de niobium ou de molybdène, et les particules abrasives différentes sont le carbure de tungstène, l'alumine ou le carbure de silicium.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que les particules abrasives différentes ont une densité différente, certaines des particules abrasives étant enrobées dans du tungstène, du tantale, du niobium ou du molybdène.

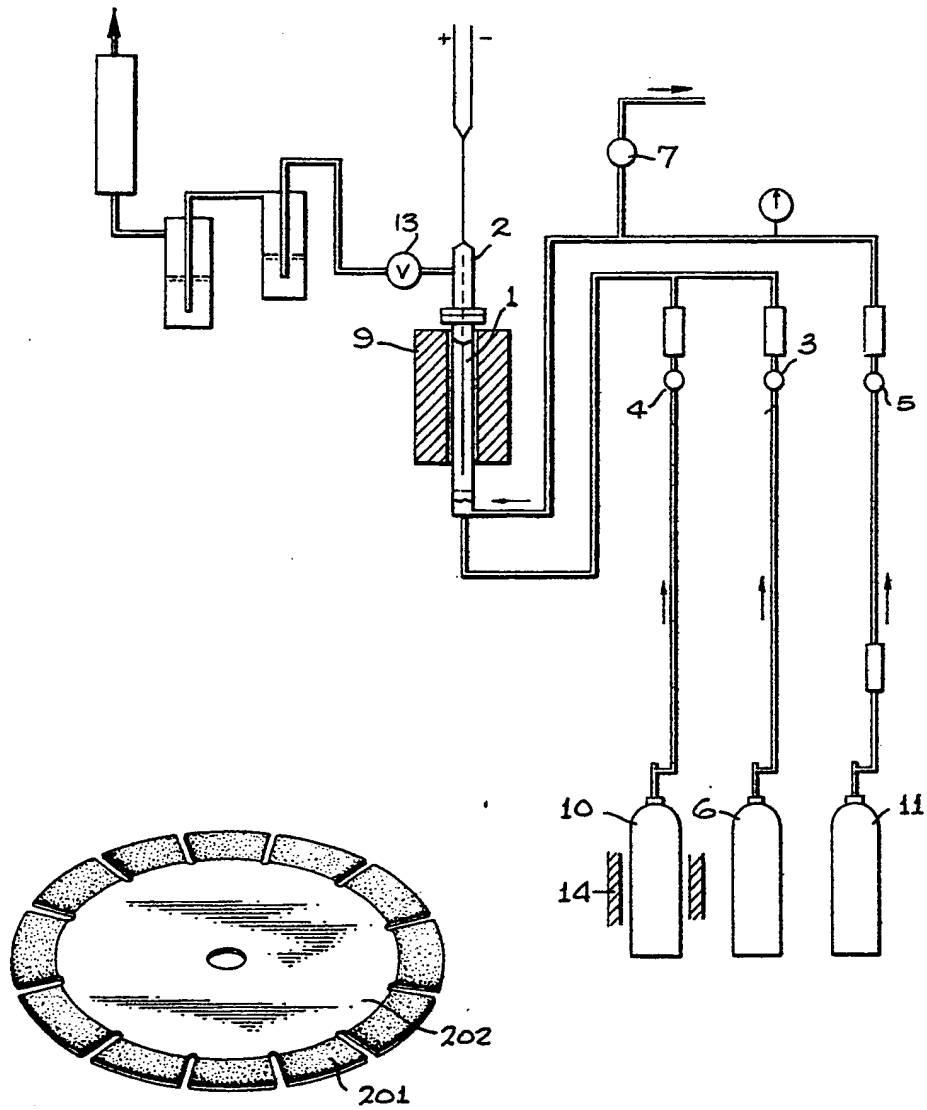
12. Procédé de réalisation d'un élément abrasif mis en forme, comprenant une phase continue d'un liant métallique et des particules abrasives différentes, ayant des duretés différentes, les particules de plus grande dureté ayant une dureté dépassant environ  $2000 \text{ kg/mm}^2$ , ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend la granulation des particules avec une gaine de métal en poudre du liant, et la granulation des particules du liant avec une gaine de métal en poudre du liant et le mélange des granulés de manière à former un mélange sensiblement uni-

forme des granulés, le mélange étant chauffé dans un moule sous pression de manière à former l'élément abrasif.

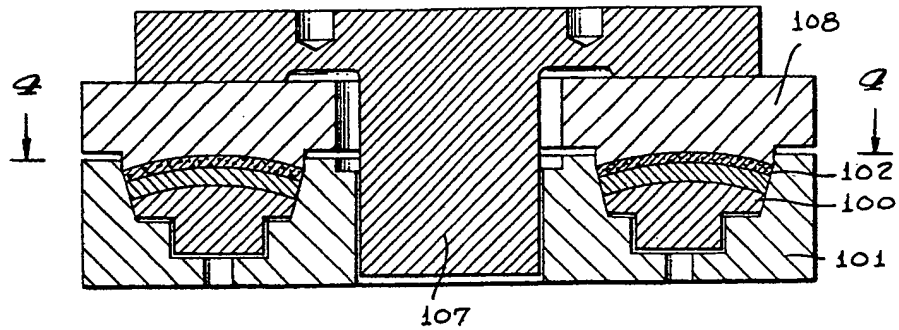
5 13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que les particules de plus grande dureté sont des diamants, du carbure de tungstène, de l'alumine ou du carbure de silicium.

10 14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que le liant a une densité comprise entre environ 6 et 10, et les particules abrasives sont enrobées dans du tungstène, du tantale, du niobium ou du molybdène de manière que leur densité soit comprise entre environ 6 et 10.

---

Fig. 1Fig. 6

Fr 19.3



Ex 9.2

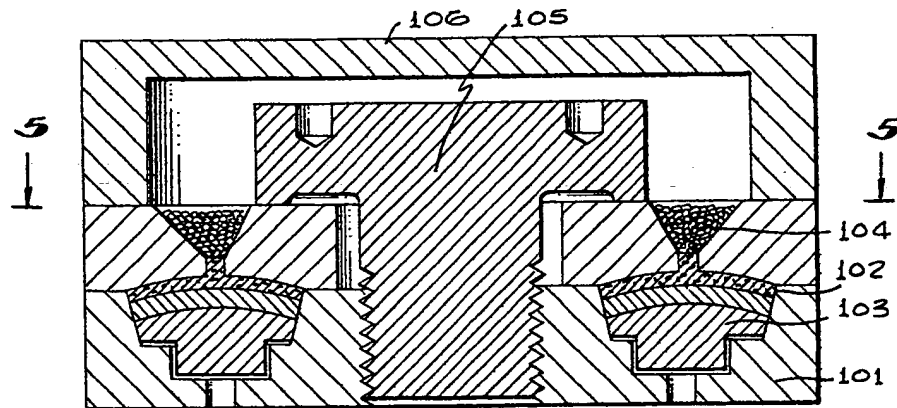


Fig. 4

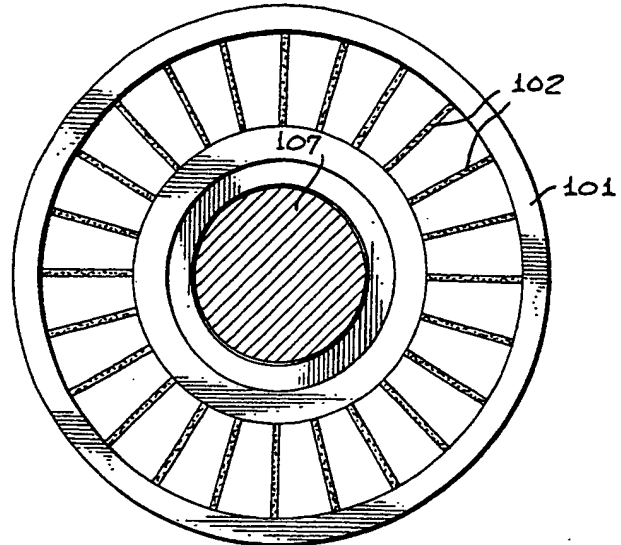
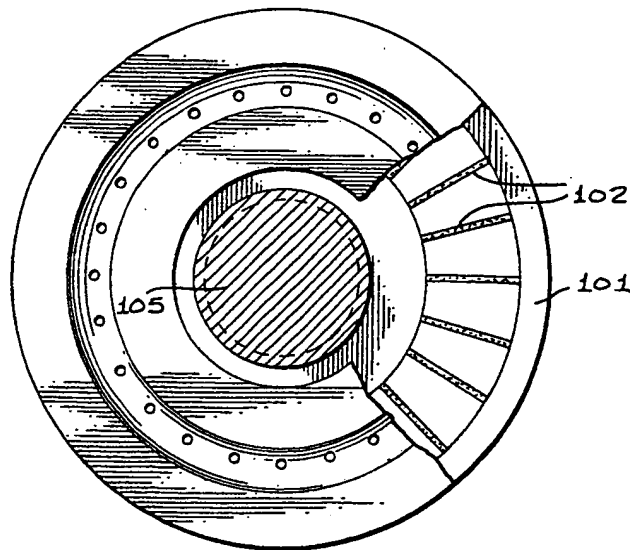
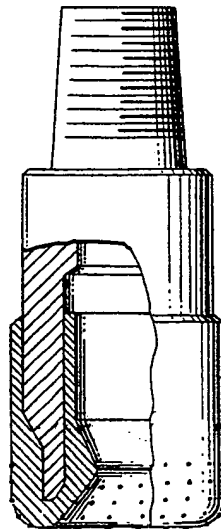
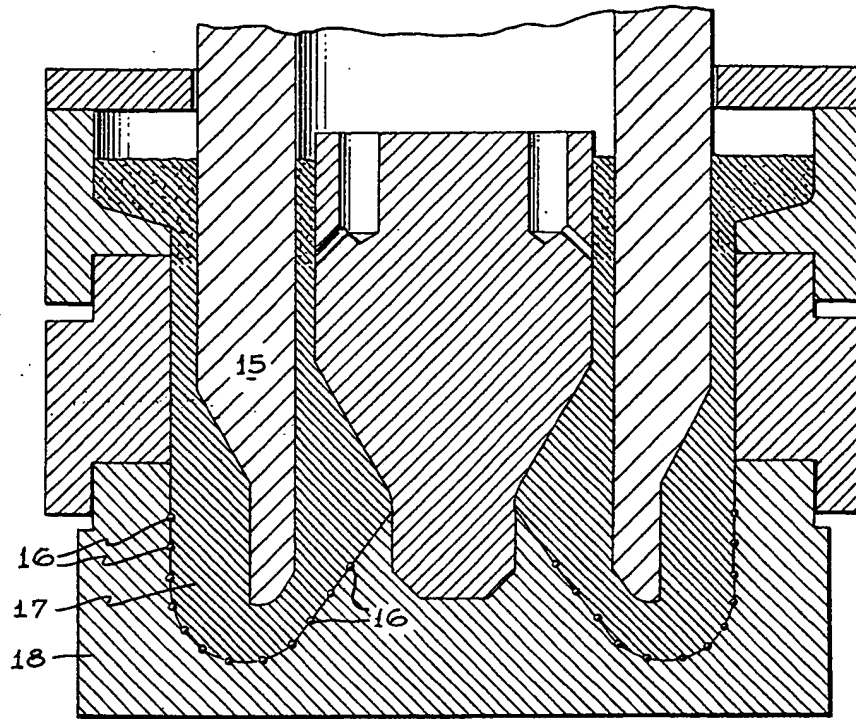


Fig. 5





**THIS PAGE BLANK (USPTO)**